

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 2 部門第 3 区分
 【発行日】平成31年4月18日 (2019.4.18)

【公開番号】特開2014-104581(P2014-104581A)
 【公開日】平成26年6月9日 (2014.6.9)
 【年通号数】公開・登録公報2014-030
 【出願番号】特願2013-247878(P2013-247878)
 【国際特許分類】

B 2 5 J 9/22 (2006.01)

【F I】

B 2 5 J 9/22 A

【誤訳訂正書】

【提出日】平成31年3月4日 (2019.3.4)

【誤訳訂正 1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】ロボットシステムの較正方法

【技術分野】

【0001】

本出願は、本明細書中にその全体が参照として援用されている、2012年11月29日付で出願された米国仮特許出願第61/731,137号明細書に対して優先権を主張する。

【0002】

本発明は、生産施設内においてマルチロボットシステムを較正する方法に関する。

【背景技術】

【0003】

現在において、グラフィカルオフラインプログラミングソリューション (graphical offline programming solution) が、ロボティックパス教示 (robotic path teach) および塗装工程開発を容易化している。このソリューションは、特に、ロボットコントローラアプリケーションソフトウェアによって使用されることが可能なロボットパス (robotic path) を作成するように設計されている。このソリューションは、オフセットデータが計算される較正特徴要素を含み、および、教示されたパスを手作業でシフトまたはオフセットさせる方法がユーザに提供される。

【0004】

塗装工程のために使用されるロボットの現在の実装例では、追跡座標系 (tracking frame) とユーザ定義座標系 (user defined frame) とが、一般的に、実行時において教示されたポイントをグローバルにシフトさせるために使用可能である。しかし、これらの座標系は、通常は、ユーザによって手作業で計算および設定されなければならない。非塗装システムでは、視覚 (vision) が、この作業においてユーザを補助するために使用されることがある。

【0005】

これに加えて、オフラインシミュレーションソリューション (offline simulation solution) が、塗装されるべき部品のシミュレートされたCADモデル上における教示およびタッチアップ (touch up) ポイントに基づいてオ

フセットデータ (offset data) を計算するための較正ユーティリティを有するだろう。しかし、既存の較正ユーティリティは、ロボットの教示されたパスに手作業で適用するためのオフセットデータをユーザに提供するだけである。さらに、既存の較正ユーティリティによって提供されるオフセットデータは、適正な座標系 (frame) の形で表現されることがないだろう。

【0006】

最後に、生産環境内で使用されるロボット作業セル (robot work cell) における固定座標系 (stationary frame) を計算するための較正ユーティリティが当業で公知である。しかし、こうした較正ユーティリティは、固定された作業区域内の固定された被加工物のための座標系を計算することだけが可能であるにすぎず、移動中のコンベア上の被加工物を考慮しない。現在の較正ユーティリティは、さらに、較正を行うための特殊な機械設備 (tooling) またはハードウェアを必要とする。

【0007】

従来技術は、幾つかの点で不適切であった。第1に、既知の較正ユーティリティは、ユーザ側において少なくとも幾らかの量の手作業の計算が必要とされるので、著しく制約されている。第2に、塗装作業においては、この既知の較正を用いてユーザを補助するために視覚を採用するという方法が、有害な塗装環境と制限されたカメラ視界とのために、必ずしも常に実行可能とはかぎらない。第3に、現行の較正ユーティリティが特殊なハードウェアを必要とするので、較正ユーティリティ全体が非常に高コストなものとなる可能性がある。第4に、座標系とオフセットとを計算する既存の較正方法は、移動中のコンベア上の被加工物を適正には計算に入れない。ロボットを較正するシステムおよび方法が改良されることが可能であるならば、これは有利であるだろう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願2010/262288号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本開示によって、マルチロボットシステムを較正する改良されたシステムおよび方法が、驚くべきことに発見されている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の実施態様によって、マルチロボットシステムを較正するためのシステムが開示されている。このシステムは、中に配置されているプロセッサを有しており、かつ、実ロボット作業セルの動作のシミュレーション作業セルを作成するように構成されているロボットシミュレーション装置であって、実ロボット制御システムと通信するように構成されているロボットシミュレーション装置と、シミュレーション作業セルと実ロボット作業セルとの間の部品追跡オフセット (part tracking offset) を計算するための、ロボットシミュレーション装置と実ロボット制御システムとの少なくとも一方によって実行されるソフトウェアプログラムを含む。

【0011】

別の実施態様では、マルチロボットシステムを較正するための方法が、ロボットシミュレーション装置によって実ロボット作業セルの動作のシミュレーション作業セルを作成し、かつ、このシミュレーション作業セルが実ロボット作業セルの予め決められたレイアウトに基づいている段階と、ロボットシミュレーション装置によってシミュレーション作業セル内の追跡座標系を設定する段階と、シミュレーション作業セルと実ロボット作業セルとの間に逸脱 (ずれ: deviation) が存在するかどうかを実ロボット制御システムによって判定する段階と、シミュレーション作業セルを実ロボット作業セルによって較正するために、実ロボット制御システムによって、座標系較正および較正パスの少なくとも

も一方を実行する段階とを含む。

【0012】

さらに別の実施態様では、マルチロボットを較正するための方法が、ロボットシミュレーション装置によって実ロボット作業セルの動作のシミュレーション作業セルを作成し、かつ、このシミュレーション作業セルが実ロボット作業セルの予め決められたレイアウトに基づいている段階と、ロボットシミュレーション装置によってシミュレーション作業セル内の追跡座標系を設定する段階と、シミュレーション作業セルと実ロボット作業セルとの間に逸脱が存在するかどうかを実ロボット制御システムによって判定する段階と、シミュレーション作業セルを実ロボット作業セルによって較正するために、実ロボット制御システムによって、座標系較正および較正パスの少なくとも一方を実行する段階と、ロボットシミュレーション装置によって、実ロボット作業セルと実質的に同等であるようにシミュレーション作業セルを再配置する段階と、シミュレーション作業セルの再配置に基づいてロボットシミュレーション装置によって部品追跡オフセットを計算する段階とを含む。

【0013】

本発明の上述の利点と他の利点とが、次の添付図面を参照しながら考察される時に、好ましい実施態様の以下の詳細な説明から、当業者に容易に明らかになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の実施形態による方法を行うためのシステムの略ブロック図である。

【図2】図2は、本発明によるマルチロボットシステムを較正するための方法の流れ図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態による追跡座標系を定義することの略平面図である。

【図4】図4は、本発明の実施形態による公称追跡座標系を教示するための方法の流れ図である。

【図5】図5は、図4の方法による公称追跡座標系を教示することの例示的な略平面図である。

【図6】図6は、本発明の実施形態による部品追跡座標系を計算するために使用されるシミュレーション作業セルの例示的な斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下の詳細な説明と添付図面とが、本発明の種々の例示的な実施形態を説明および図示する。この説明と図面は、当業者が本発明を作成および使用することを可能にする役割を果たすが、本発明の範囲を限定することは全く意図されていない。開示されている方法に関しては、示されている諸段階は本質的に例示的であり、および、したがって、これらの諸段階の順序は必須でも重要でもない。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態による方法を行うためのシステムの略ブロック図である。実ロボット作業セル10が、ロボットを利用した製造工程が行われることを可能にすることを容易化する。図1に示されている実施形態では、実ロボット作業セル10は、塗装ブース作業セルを概略的に示している。しかし、この実ロボット作業セル10は、必要に応じて、任意の製造工程のための作業セルであることが可能である。この実ロボット作業セル10は、ロボット制御システム20によって制御および監視される複数のロボット11、12、13、14、15、16を含むことが可能である。これらのロボット11、12、13、14、15、16は、塗装ロボット、自動車ドア開けロボット、自動車フードオープナロボット (vehicle hood opener robot)、自動車トランク開けロボット、または、必要に応じて任意の他の作業を行うために使用されるロボットであることが可能である。これに加えて、6つのロボット11、12、13、14、15、16が図1に示されているが、例えば6つのロボットより少ないかまたは多い任意の数のロボットのような任意の数のロボットがこの実ロボット作業セル10内に含まれるこ

とが可能である。

【0017】

図1を続けて参照すると、2つのロボット11、12は、ロボット制御システム20のコントローラ#1 17に接続されている。2つのロボット13、14はロボット制御システム20のコントローラ#2 18に接続されている。2つのロボット15、16はロボット制御システム20のコントローラ#3 19に接続されている。1つまたは複数のロボットの動作を協調させるために、必要に応じて、任意の数のロボットが各コントローラに接続されることが可能であるということを理解されたい。さらに、任意の数のコントローラが、1つまたは複数のロボットの動作を互いに協調させるために、必要に応じて使用されることが可能である。コントローラ17、18、19は、例えば塗装工程のような選択された工程を行うように、ロボット11、12、13、14、15、16の協調動作のために、通信プロトコルによって直接的または間接的に通信するだろう。コントローラ17、18、19は、必要に応じて、任意のネットワークを介して有線通信または無線通信を行うことが可能である。例えば、図1に示されているように、コントローラ17、18、19はイーサネットネットワーク26を経由して通信することが可能である。

【0018】

ロボット制御システム20は、コントローラ17、18、19から通信されるデータを取得して記憶するためのデータ記憶装置22を含む。このデータ記憶装置22は、コントローラ17、18、19のいずれかと共に含まれることも可能である。データ記憶装置22は、実ロボット作業セル10と、実ロボット作業セル10の外部に位置しているロボットシミュレーション装置30とに接続されることが可能である。このロボットシミュレーション装置30は、ロボット11、12、13、14、15、16の動作をシミュレートするために、および、ロボット11、12、13、14、15、16の最適な配置および移動を実現することを容易化するために使用される装置である。このロボットシミュレーション装置30はプロセッサ31と記憶装置32とを有する。図1には示されていないが、ロボットシミュレーション装置30は、さらに、ユーザの編集と修正と指示等のためのデータを入力するためのユーザ入力装置と、必要に応じて、ロボット11、12、13、14、15、16と、被加工物50（図3）と、実ロボット作業セル10内のあらゆる他の装置との3次元シミュレーションを同時に表示するための表示装置とを含むことが可能である。

【0019】

プロセッサ31が、ロボット制御システム20のコントローラ17、18、19と通信させられるデータ34としてシミュレーション作業セルのオフライン構成を作成するように、ロボットシミュレーション装置30上に記憶されているソフトウェアプログラム33によって指示される。このソフトウェアプログラム33は、3次元ロボット作業セルをシミュレートするように構成されている任意のソフトウェアプログラム、または、CADに対して適合性がありかつマルチロボット作業セルの動作をシミュレートすることが可能である任意の他のソフトウェアプログラムであることが可能である。他のデータが、ロボットシミュレーション装置30とロボット制御システム20のデータ記憶装置22との間で転送されることが可能である。このデータは、座標系校正データ35、校正パスデータ36、または、マルチロボットシステムのためのパスを作成することとマルチロボットシステムを校正することとを容易化するための必要に応じた任意の他のデータを含むことが可能である。さらに、このソフトウェアプログラム33は、コントローラ17、18、19による使用のために後でデータ記憶装置22にダウンロードされることが可能である、部品追跡オフセットデータ37を計算することが可能である。

【0020】

図2に示されているように、マルチロボットシステムを校正するための方法が提供される。ステップ100では、シミュレーション作業セル34が、リアルタイムで動作する実ロボット作業セル座標系10のロボット制御システム20から分離してオフラインで作成される。このシミュレーション作業セル34は、ロボットシミュレーション装置30に対

してCADモデルからインポートされる製造設備設計図面および設計図に基づいた、実ロボット作業セル10内のあらゆる装置の予め決められたシミュレートされたレイアウトである。この予め決められたシミュレートされたレイアウトは、ロボットを利用した製造工程サイトにおいて実ロボット作業セル10内の全装置の実際の設置中に逸脱が生じることがある前の、設置設計図面に基づいた「理想的な」設置またはレイアウトを表す。シミュレーション作業セル34は、ロボットを利用した製造工程現場において、実ロボット作業セル10の設置前、設置中、または、設置後のような、任意の時点において必要に応じて構成されることが可能である。

【0021】

図3は、本発明の一実施形態による、追跡座標系の計算（ステップ110）の略平面図である。この図では、シミュレーション作業セル34が、予め決められたレイアウトによって両方の実ロボット作業セルがリアルタイムでどのように見えるべきかを表している。このシミュレーション作業セル34は、ロボットシミュレーション装置30で何が表示されることがあるかの一例である。この例示的なシミュレーション作業セル34は、コンベア54上に置かれている被加工物50と、作業区域52内で動作するロボット11、12、13、14、15、16とを示す。示されている被加工物50は、自動車の車体であり、特に、自動車車体の1つのスタイルまたはモデルによる車体である。被加工物50は、自動車のあらゆるスタイルまたはモデルにしたがって、任意のタイプの自動車車体であるように交換されることが可能である。ロボット11、12、13、14、15、16は、必要に応じて、被加工物50上で所望の動作を行うようにプログラムされることが可能である。

【0022】

ステップ110では、シミュレーション作業セル34が構成され終わった後に、各ロボット11、12、13、14、15、16に関する公称追跡座標系と作業セル座標系とのような追跡座標系が、ロボットシミュレーション装置30によってオフラインで設定される。このオフラインのシミュレーション装置30は、作業セル座標系に対応するために、必要に応じて、シミュレーション作業セル34上の任意の位置を設定することが可能である。図3に示されている非限定的な具体例では、作業セル座標系は、被加工物50がコンベア54上で移動する時にその被加工物50の指定された位置56に位置するように、シミュレーション作業セル34上で設定されることが可能である。作業区域52に入る前に被加工物50が部品検出スイッチ（part detect switch）（図示されていない）に到達する時に、位置56が設定されることが可能である。この部品検出スイッチは、コントローラ17、18、19がロボット11、12、13、14、15、16がその工程を行うようにこれらのロボットを制御し始めるように、被加工物50の位置を信号で知らせる。

【0023】

ステップ120では、ステップ110において追跡座標系の計算中にオフラインで生成されたシミュレーション作業セル34データが、ロボットシミュレーション装置30上に記憶されているデータ追跡ファイル内に格納される。ステップ130では、このデータ追跡ファイルは、シミュレーション作業セル34データと共に、ロボット11、12、13、14、15、16のコントローラ17、18、19に対して通信されるように、ロボット制御システム20のデータ記憶装置22に転送またはダウンロードされる。このファイルは、例えばXMLデータファイルのような、ロボットシミュレーション装置30とコントローラ17、18、19の両方による読み取りおよび書き込みに適合可能であるように構成されている任意のファイル形式であることが可能である。

【0024】

ステップ140では、設置データがロボット制御システム20内で検証される。ステップ150では、ロボット作業セル10の実際の設置が、ロボット作業セル10とシミュレーション作業セル34との間に逸脱があるかどうかを判定するために、「理想的な」設置に基づいて設定されたシミュレーション作業セル34に対して比較される。このシミュレ

ーション作業セル34の構成が実ロボット作業セル10の構成に十分には近似していない場合は、座標系校正35手続きがステップ160、170で行われる。ロボット作業セル10の実際の設置が「理想的な」設置に十分に近似している場合には、ステップ180に示されているように、校正パス36が教示されることが可能である。

【0025】

ステップ160では、各ロボット11、12、13、14、15、16に関する公称追跡座標系が、ロボット制御システム20によって実ロボット作業セル70においてリアルタイムでユーザによって教示される。各ロボット11、12、13、14、15、16に関する公称追跡座標系は、ロボット教示プログラムによってユーザによって教示される。この教示プログラムはオフセット計算を含む。ロボット制御システム20によって、実ロボット作業セル10の作業セル座標系を判定するための方法が実行される。この作業セル座標系は、各ロボット11、12、13、14、15、16に関する同一の公称追跡座標系が設定されている実ロボット作業セル10内の任意の位置である。この同一の場所が、ロボット制御システム20において、ロボットコントローラ17、18、19の全てにわたって共通の作業セル座標系を設定するという目的のための作業セル座標系の場所となる。各ロボット11、12、13、14、15、16に関する公称追跡座標系が同一の位置であるという結果を得るために、必要に応じてあらゆる手続きが使用されることが可能である。作業セル座標系が設定される実際の位置は重要ではなく、必要に応じて選択されることが可能である。非限定的な例では、図3に示されているように、作業セル座標系は、コンベア54の縦方向の中心線cがコンベア54上の被加工物50の移動方向に関して第1の上流側のロボット11のワールド座標系原点(world frame origin)の軸線aと交差する通常の場合58に位置するように選択されることが可能である。したがって、各ロボット11、12、13、14、15、16に関する公称追跡座標系は、作業セル座標系の通常の場合58に位置するように教示されることが可能である。必要に応じて任意の位置が作業セル座標系であるように選択されることが可能であるということを理解されたい。

【0026】

図4と図5に示されているように、ステップ160の公称追跡座標系を教示する方法が、本発明の実施形態にしたがって示されている。示されているように、実ロボット作業セル10は「理想的な」ロボットレイアウトから逸脱している。この方法は、実ロボット作業セル10内の各ロボット11、12、13、14、15、16に対して行われる。第1のステップ161では、被加工物50が、部品検出スイッチを通過して、教示のために作業区域52の中に移動させられる。公称追跡座標系に関する各々の教示ポイントから部品検出スイッチ場所へのコンベアに沿った距離が測定されるように、ステップ161が行われる。図5は、作業セル座標系として通常の場合58を選択する時に、公称追跡を教示するための方法の例示的な略平面図を示す。図示されているように、被加工物50は、ステップ162に示されているように、部品検出スイッチにおける指定された位置56から、第1の上流側のロボット11によって到達可能な指定された位置57へ移動させられる。第1の上流側のロボット11のツールが、ステップ163において、被加工物50上の識別可能なポイント62に接触する。非限定的な例では、この識別可能なポイント62は、被加工物50の縦方向の中心線wに位置している被加工物50上のポイントとして示されている。しかし、この識別可能なポイント62は、必要に応じて、被加工物50上の任意の場所に位置することが可能である。

【0027】

続けて図4と図5とを参照すると、ステップ164では、識別可能なポイント62の第1の位置が、ロボット制御システム20内の原点として記録される。図4に示されている非限定的な例では、この第1の位置における識別可能なポイント62の記録は、この識別可能なポイント62が作業セル座標系として定義されている通常の場合58と位置合わせされる時に行われ得る。部品検出スイッチからの被加工物50のオフセットまたは距離も、ステップ164で記録される。識別可能なポイント62は、必要に応じて、作業セル1

0 内の任意の位置で記録されることが可能である。その次に、ステップ 165 では、被加工物 50 は、コンベアの移動方向 60 に関してコンベア 54 上をさらに下流に移動させられる。ステップ 165 では、識別可能なポイント 62 は第 2 の位置で再び接触される。その次に、ステップ 166 において、この第 2 の位置はコンベアポイント (conveyor point) として記録される。ステップ 167 では、ロボット 11 のツールが、コンベア 54 の移動方向 60 に対して垂直または直角の方向にある第 3 の位置へと寸動させられる。被加工物 50 は、ステップ 167 中はコンベアに沿って移動させられなくともよい。第 3 の位置が標準ポイント (normal point) として記録される。ステップ 168 では、この結果として得られた公称追跡座標系が計算される。この手順がロボット 11、12、13、14、15、16 の各々に関して繰り返されることが可能である。

【0028】

本発明の一実施形態では、公称追跡座標系は次式によって表されることが可能であり、

$$T_{final} = T_{initial} * P$$

前式中で、 T_{final} は、ステップ 168 で算出された結果としての公称追跡座標系 (新たな追跡座標系) である。 $T_{initial}$ は、 4×4 変換行列によって表されている既存の教示プログラムによって計算される公称追跡座標系である。 $T_{initial}$ の x 方向は、ベクトル ($P_C - P_0$) によって定義されることが可能であり、この場合に P_0 は原点でありかつ P_C はコンベアポイントである。z 方向はベクトル外積 [$(P_C - P_0) \times (P_N - P_C)$] によって決められ、前式において P_N は標準ポイントである。x 方向と z 方向が与えられているので、y 方向が、右手の法則にしたがって x 方向ベクトルと z 方向ベクトルに対して垂直なものとして自動的に定義されることが可能である。P は、ステップ 164 で記録されているオフセットである。このオフセットは、 $P = [x \ y \ z \ w \ p \ r] = [(オフセット値) \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$ であるように、x 座標だけにおける値を伴う 4×4 変換行列によって表され、この場合に、このオフセット値は、部品検出スイッチからの被加工物 50 の距離である。部品検出スイッチからのオフセットを測定することと、公称追跡座標系の計算にこのオフセットを使用することによって、実ロボット作業セル 10 内における全てのロボット 11、12、13、14、15、16 に共通している公称追跡座標系が確保される。この共通の公称追跡座標系は作業セル座標系になる。

【0029】

図 2 に示されているように、ステップ 170 では、座標系較正 35 がデータ追跡ファイル内に格納される。特定のマルチロボットシステムでは、そのマルチロボットシステム内のロボットの必ずしも全てが被加工物 50 上の識別可能なポイント 62 に接触可能であるわけではないということが当てはまるだろう。このシナリオでは、作業セル座標系は、作業セル座標系が、既に設定されている作業セル座標系を有するロボットからマルチロボットシステム内のその他のロボットにコピーされることが可能であるように、ロボットーロボット較正方法 (robot-to-robot calibration technique) によって決定されることが可能である。これに加えて、作業セル座標系を設定するように公称追跡座標系を教示するために視覚を使用することのような他の方法が、必要に応じて、公称追跡座標系を教示するために使用されることがあるということを理解されたい。

【0030】

図 2 を続けて参照すると、較正パス 36 は、ステップ 180 において、本発明の実施形態にしたがって被加工物 50 上で教示される。シミュレーション作業セル 34 が「理想的な」ロボットレイアウトに十分に近似している場合には、較正パス 36 が教示されることが可能であり、または、座標系較正 35 が決定された後に較正パス 36 が教示されることが可能である。較正パス 36 は、被加工物 50 の各スタイルに関して教示される。較正パス 36 は、ロボット 11、12、13、14、15、16 の 1 つのロボットの上で教示プログラムによって教示される。較正パス 36 は、被加工物 50 上の少なくとも 3 つの非線

形ポイントを教示することによって、実ロボット作業セル10内のロボット11、12、13、14、15、16の1つのロボットの上で教示されることが可能である。この3つの非線形ポイントは、被加工物50上において、および、ロボットシミュレーション装置30上に表示されるCAD上において視覚的に目視されることが可能な被加工物50自体上の識別可能な特徴要素に相当する、被加工物50上のポイントであることが可能である。較正パス36は、1つのロボット11、12、13、14、15、16上で教示されることが必要とされるだけである。非限定的な例では、較正パス36は、コンペア54の移動方向60に関して第1の上流側のロボット11上で教示されることが可能である。ステップ190では、較正パス36と、座標系較正35を伴うデータ追跡ファイルとが、ロボットシミュレーション装置30に再びロードされて戻される。

【0031】

ステップ200では、ロボット11、12、13、14、15、16は、座標系較正35に基づいてロボットシミュレーション装置30のシミュレーション作業セル34によって再配置または再位置合わせされる。ステップ210において、ロボット11、12、13、14、15、16が再配置された後に、その次に、ロボットシミュレーション装置30上のCADによってシミュレーション作業セル34上に表示されているように、被加工物50は、較正パス36に基づいて再配置される。図6は、較正パス36がロボットシミュレーション装置30にロードされた後の、ロボットシミュレーション装置30上のシミュレーション作業セル34のCAD表示の一例を示す。この図は、「理想的な」レイアウトによる被加工物50'と、較正パス36による実ロボット作業セル10内の被加工物50"の描写とを示す。実ロボット作業セル10内の被加工物50"上で教示される較正パス36を表すノードマップ(node map)64が、表示される。ノードマップ64は、ユーザが、ロボットシミュレーション装置30によって、「理想的な」レイアウトにしたがった被加工物50'を実ロボット作業セル10内の被加工物50"と物理的に位置合わせすることが可能であるように表示される。位置合わせするために、「理想的な」レイアウトの被加工物50'が、ロボットシミュレーション装置30上で表示されるノードマップ64と整列(line up)させられる。このステップ210は、被加工物50の各スタイルに関して行われる。

【0032】

ステップ220では、ロボットシミュレーション装置30は、部品追跡オフセット(part tracking offset)37を計算する。部品追跡オフセット37は、実ロボット作業セル10内の被加工物50"の位置からの「理想的な」レイアウトの被加工物50'の位置の変化に相当する変数4×4変換である。この4×4変換は、各ロボット11、12、13、14、15、16に関する公称追跡座標系として表現される。各ロボットに関する公称追跡座標系が同一の場所または作業セル座標系にあるので、部品追跡オフセット37は、1つのロボット11、12、13、14、15、16に関してだけ計算されるだけで済む。この場合に、部品追跡オフセット37の計算から結果的に生じるデータが、コンペアの同一の側にある全てのロボットに関して有効であることが可能である。例えば、部品追跡オフセット37は第1の上流側のロボット11に関して計算されることが可能であり、および、この計算は、コンペア54の同一の側にあるロボット13、15に関して有効だろう。その次に、この部品追跡オフセット37は、必要に応じて、例えばロボット12、14、16の公称追跡座標系の方向成分と回転成分における単純な正負変換(sign change)を使用することによって、コンペアの他方の側に位置することがあるロボット12、14、16に関して使用されることが可能である。

【0033】

部品追跡オフセット37が計算され終わると、ステップ230に示されているように、この部品追跡オフセット37が追跡データファイル内に格納される。その次に、ステップ240において、この部品追跡オフセット37を伴う追跡データファイルは、データ記憶装置22を経由してロボットコントローラ17、18、19によって使用されるように、ロボット制御システム20にアップロードされる。ロボット制御システム20上で、被加

工物 50 の各スタイルに関する部品追跡オフセット 37 は、実マルチロボットシステムの生産および教示中に使用される。この部品追跡オフセット 37 は、被加工物 50 が加工または生産されている時に生産位置データ (production positional data) をシフトさせるために使用されることが可能である。

【0034】

特許法規の規定にしたがって、本発明は、その好ましい実施形態を提示すると見なされるものにおいて説明されてきた。しかし、本発明の着想または範囲から逸脱することなしに、本発明が、具体的に図示され説明されているものとは異なる形で実施されることが可能であるということに留意されたい。

【符号の説明】

【0035】

- 10 実ロボット作業セル
- 11、12、13、14、15、16 ロボット
- 20 ロボット制御システム
- 22 データ記憶装置
- 30 ロボットシミュレーション装置
- 31 プロセッサ
- 32 記憶装置
- 33 ソフトウェアプログラム
- 34 シミュレーション作業セル
- 35 座標系校正データ
- 36 校正パスデータ
- 50 被加工物

【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチロボットシステムを校正するためのシステムであって、

被加工物がコンベア上を移動する実ロボット作業セルの予め定められたレイアウトに基づいてシミュレーション作業セルを作成するためのロボットシミュレーション装置であって、プロセッサを内蔵し、前記実ロボット作業セル内のロボットを制御するロボット制御システムと通信する、ロボットシミュレーション装置と、

前記シミュレーション作業セル内の被加工物の位置と、前記実ロボット作業セル内の前記被加工物の位置との差に相当する変換行列である部品追跡オフセットを計算するために、前記ロボットシミュレーション装置及び前記ロボット制御システムの少なくとも一方によって実行されるソフトウェアプログラムと、を備え、

前記ロボット制御システムは、前記ロボットを制御するために前記部品追跡オフセットを使用し、

前記ロボットシミュレーション装置は、前記実ロボット作業セルのツールで、前記被加工物上の識別可能なポイントを、該実ロボット作業セル内の該被加工物の第 1 の位置で接触し、該被加工物上の識別可能なポイントを、該実ロボット作業セル内の該被加工物の第 2 の位置で接触するのに応じて、前記部品追跡オフセットを計算する、システム。

【請求項 2】

前記ロボットシミュレーション装置は、前記ロボット制御システムからオフラインで動作する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記ロボットシミュレーション装置は、前記実ロボット作業セル内の前記マルチロボッ

トシステム及び被加工物の３次元モデルを提供する表示装置を有する、請求項１に記載のシステム。

【請求項４】

前記予め定められたレイアウトは、前記マルチロボットシステムの製造設計図面に基いている、請求項１に記載のシステム。

【請求項５】

前記ソフトウェアプログラムは、前記ロボットシミュレーション装置を通して、前記ロボットの教示ポイントをシフトさせるために使用される追跡座標系を前記シミュレーション作業セルに設定する、請求項１に記載のシステム。

【請求項６】

前記部品追跡オフセットは、前記ロボット制御システムによって実行される、前記シミュレーション作業セルにおける前記ロボットを前記実ロボット作業セルにおける前記ロボットの位置に一致させるように再配置するための座標系較正と、前記シミュレーション作業セルにおける前記被加工物を前記実ロボット作業セルにおける前記被加工物の位置に一致させるように再配置するための較正パスと、の少なくとも一方に基づいて計算される、請求項１に記載のシステム。

【請求項７】

前記座標系較正は、前記実ロボット作業セル内の任意の位置に設定された作業セル座標系を基準として、該実ロボット作業セル内の前記ロボットに前記識別可能なポイントを接触させる動作を教示することによって、新たな追跡座標系を計算することを含み、

前記較正パスは、前記実ロボット作業セル内の前記被加工物上の少なくとも３つのポイントを前記ロボットに教示することを含む、請求項６に記載のシステム。

【請求項８】

前記新たな座標系は、前記実ロボット作業セル内のコンベア上を移動する前記被加工物を用いて計算される、請求項７に記載のシステム。

【請求項９】

マルチロボットシステムを較正するための方法であって、

予め定められたレイアウトに基づく、被加工物がコンベア上を移動する実ロボット作業セルの動作のシミュレーション作業セルを、ロボットシミュレーション装置を通して作成することと、

前記ロボットシミュレーション装置を通して、ロボットの教示ポイントをシフトさせるために使用される追跡座標系を前記シミュレーション作業セルに設定することと、

前記実ロボット作業セル内のロボットのためのロボット制御システムを通して、前記シミュレーション作業セルと前記実ロボット作業セルとの間にずれがあるか否かを判定することと、

前記シミュレーション作業セルと実ロボット作業セルとの間に前記ずれがある場合に、前記ロボット制御システムを通して、前記シミュレーション作業セルにおけるロボットを、前記実ロボット作業セルにおける前記ロボットの位置に一致させるように再配置するための座標系較正を実行し、前記ロボットの制御のために前記シミュレーション作業セルを前記実ロボット作業セルで較正することと、

前記マルチロボットシステムの複数の前記ロボットの各々に、新たな追跡座標系を教示することと、を備え、

前記教示することは、前記複数のロボットの少なくとも１つのツールで、前記被加工物上の識別可能なポイントを、前記実ロボット作業セル内の該被加工物の第１の位置で接触し、該被加工物上の識別可能なポイントを、該実ロボット作業セル内の該被加工物の第２の位置で接触することを含む、方法。

【請求項１０】

前記ロボットシミュレーション装置は、前記ロボット制御システムからオフラインの関係にある、請求項９に記載の方法。

【請求項１１】

前記予め定められたレイアウトは、前記マルチロボットシステムの製造設計図面に基いている、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記シミュレーション作業セルと前記実ロボット作業セルとの間に前記ずれがある場合に、前記座標系校正を実行し、

前記座標系校正は、

前記実ロボット作業セル内の任意の位置に作業セル座標系を設定することと、

前記作業セル座標系を基準として、前記実ロボット作業セル内の前記ロボットに前記識別可能なポイントを接触させる動作を、前記ロボット制御システムを通して該ロボットに教示することによって、前記新たな追跡座標系を計算することと、を含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記新たな追跡座標系を計算することは、前記ツールを第 3 の位置へ、前記実ロボット作業セルを通過する前記被加工物の移動方向と直交する方向へ寸動することを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記新たな追跡座標系を計算するときに、前記ロボット制御システムを通して、

前記実ロボット作業セル内のコンベア上で被加工物を、予め指定された位置から第 1 の位置まで移動させ、

前記予め指定された位置から前記第 1 の位置までの距離を表すオフセットを記録し、

前記オフセットに基づいて前記新たな追跡座標系を計算する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記ロボット制御システムを通して、前記シミュレーション作業セルにおける前記被加工物を、前記実ロボット作業セルにおける前記被加工物の位置に一致させるように再配置するための校正パスを実行し、

前記校正パスは、前記実ロボット作業セル内の前記被加工物上の少なくとも 3 つの非線形ポイントを前記ロボットに教示することを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記座標系校正を実行した後に、前記実ロボット作業セルと実質一致させるように、前記ロボットシミュレーション装置を通して前記シミュレーション作業セルを再配置することと、

前記ロボットシミュレーション装置を通して、前記シミュレーション作業セルにおける被加工物の位置と、前記実ロボット作業セルにおける被加工物の位置との差に相当する変換行列である部品追跡オフセットを、前記シミュレーション作業セルの前記再配置に基づいて計算することと、を有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 7】

ユーザが前記シミュレーション作業セルを再配置するのを補助するために、前記シミュレーション作業セル内の前記被加工物から前記実ロボット作業セル内の前記被加工物への校正パスを表すノードマップを前記ロボットシミュレーション装置に表示する、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

マルチロボットシステムを校正するための方法であって、

予め定められたレイアウトに基づく、被加工物がコンベア上を移動する実ロボット作業セルの動作のシミュレーション作業セルを、ロボットシミュレーション装置を通して作成することと、

前記ロボットシミュレーション装置を通して、ロボットの教示ポイントをシフトさせるために使用される追跡座標系を前記シミュレーション作業セルに設定することと、

前記実ロボット作業セル内のロボットののためのロボット制御システムを通して、前記シミュレーション作業セルと前記実ロボット作業セルとの間にずれがあるか否かを判定する

ことと、

前記シミュレーション作業セルと実ロボット作業セルとの間に前記ずれがある場合に、前記ロボット制御システムを通して、前記シミュレーション作業セルにおけるロボットを、前記実ロボット作業セルにおける前記ロボットの位置に一致させるように再配置するための座標系校正と、前記シミュレーション作業セルにおける被加工物を、前記実ロボット作業セルにおける被加工物の位置に一致させるように再配置するための校正パスと、の少なくとも一方を実行し、前記シミュレーション作業セルを前記実ロボット作業セルで校正することと、

前記実ロボット作業セルと実質一致させるように、前記ロボットシミュレーション装置を通して前記シミュレーション作業セルを再配置することと、

前記ロボットシミュレーション装置を通して、前記シミュレーション作業セルにおける被加工物の位置と、前記実ロボット作業セルにおける前記被加工物の位置との差に相当する変換行列である部品追跡オフセットを、前記シミュレーション作業セルの前記再配置に基づいて計算し、前記ロボットを制御するために該部品追跡オフセットを使用することと

、

前記マルチロボットシステムの複数の前記ロボットの各々に、新たな追跡座標系を教示することと、を備え、

前記教示することは、前記複数のロボットの少なくとも1つのツールで、前記被加工物上の識別可能なポイントを、前記実ロボット作業セル内の該被加工物の第1の位置で接触し、該被加工物上の識別可能なポイントを、該実ロボット作業セル内の該被加工物の第2の位置で接触することを含む、方法。

【請求項19】

前記シミュレーション作業セルと実ロボット作業セルとの間に前記ずれがある場合に、前記座標系校正を実行し、

前記座標系校正は、

前記実ロボット作業セル内の任意の位置に作業セル座標系を設定することと、

前記作業セル座標系を基準として、前記実ロボット作業セルの前記ロボットに前記識別可能なポイントを接触させる動作を、前記ロボット制御システムを通して該ロボットに教示することによって、前記新たな追跡座標系を計算することと、を有する、請求項18に記載の方法。